

PROCESSING COPY

OCR

CENTRAL INTELLIGENCE AGENCY

INFORMATION REPORT

This material contains information affecting the National Defense of the United States within the meaning of the Espionage Laws, Title 18, U.S.C. Secs. 793 and 794, the transmission or revelation of which in any manner to an unauthorized person is prohibited by law.

S-E-C-R-E-T

25X1

COUNTRY Bulgaria

REPORT

SUBJECT Meteorology and Upper Air Physics
in Bulgaria

DATE DISTR. 24 January 1957

DATE OF INFO.

NO. OF PAGES 1

PLACE ACQUIRED

REQUIREMENT

25X1

REFERENCES

25X1

THE SOURCE EVALUATIONS IN THIS REPORT ARE DEFINITIVE.
THE APPRAISAL OF CONTENT IS TENTATIVE.
(FOR KEY SEE REVERSE)

25X1

Attached is a photographic copy of an article in Bulgarian entitled "Variations of Air Currents According to Height." This article, written by V. B. Barov and D. T. Samardzhiev, appeared in Vol. 4 (1954) of Izvestiya, the publication of the Bulgarian Academy of Sciences, Section of Physics.

25X1

When detached from this report, the attachment is UNCLASSIFIED.

t b

S-E-C-R-E-T

25X1

Този дефинирането модел за кофициента на вертикалната турбулентна обвина има значителни преимущества пред другите цитирани модели по следните причини:

- а) функцията A е непрекъснато в целия интервал от нула до бесконечност;
- б) стойността на функцията остава крайна и за граничните значения на височината;
- в) поради простотата на израза.

Преимуществата на модела за изменението на кофициента на вертикалната турбулентна обвина ни дават основания да предполагаме, че математическият затруднение, дori в този когато са значителни, може да бъде преодолен. По този начин ще се получат вероятни скорости на възара, отговарящи с доста голяма точност за действителното разпределение.

Следващата работа ще се разглежда въпросът за изменението на скоростта и посоката на възара с височината, като за кофициент на вертикалната турбулентна обвина се взема дефинирания модел на Б. И. Извеков.

Выпърост за изменението скоростта и посоката на възара с височината под влияние на турбулентната и отклоняваната сила на земното въртене се решава с оследните уравнения за движение на атмосферата. Те могат да бъдат написани в следния вид:

$$(2) \quad \begin{aligned} \frac{du}{dt} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + 2\omega_z \cdot v + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{A}{\rho} \frac{dv}{dz} \right) \\ \frac{dv}{dt} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + 2\omega_z \cdot u + \frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{A}{\rho} \frac{du}{dz} \right) \\ \frac{dw}{dt} &= -g - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} \end{aligned}$$

където $\frac{du}{dt}$, $\frac{dv}{dt}$, $\frac{dw}{dt}$ са компонентите на индивидуалното ускорение, $\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x}$, $\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y}$, $\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z}$ са компонентите на градиентната сила на налягането, $2\omega_z \cdot v$, $2\omega_z \cdot u$ са компонентите на отклонявашата сила на земното въртене, $\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{A}{\rho} \frac{dv}{dz} \right)$, $\frac{\partial}{\partial z} \left(\frac{A}{\rho} \frac{du}{dz} \right)$ са компонентите на силата на вътрешното трение, g — земното ускорение.

За решаване на проблема се правят следните опростявания предпоставки:

1. Пренебрегва се движението във вертикално направление, т. е. $w=0$.
2. Движението на въздуха се явява равновесно и праволинейно. Следователно, скоростта на възара ще бъде постоянна в ще имаме: $\frac{du}{dt} = \frac{dv}{dt} = 0$.

3. Гравитацията съзира на земното с пренебрежимо да е влияние. Тогава координатните системи може да се ориентират по следните начини: оста x да бъде по посоката на изобарите, а оста y да е перпендикулярна на x . Тогава ще имаме:

$$\frac{\partial p}{\partial x} = 0, \quad \frac{\partial p}{\partial y} = \text{const.}$$

4. Първото за въздуха с височината не се замества.

5. Кофициентът на вертикалната турбулентна обвина с височината се изменя по закона (1).

Обаче така дефинираната функция (1) има неизоблиг форма за записване в диференциалните уравнения (2). Поради това ще не направим известно преобразуване на израз (1) по следния начин:

В дясната му страна изваждаме пред скоби величината (1+ ϵ) получуваме

$$(3) \quad A = A_{\max} (1+\epsilon) \left(1 - \frac{e^{-az}}{1+\epsilon} \right).$$

Правим следното положение:

$$A_{\max} (1+\epsilon) = A_{\max}$$

$$\frac{1}{1+\epsilon} = k.$$

Тогава изразът за кофициента на вертикалната турбулентна обвина при приеме следния вид:

$$(4) \quad A = A_{\max} (1 - ke^{-az}),$$

в който $a=m$ е комплексно число $a=a(1+i)$, където a е положително реално число, чиято стойност дефинираме чрез израз:

$$a = \sqrt{\frac{\rho \omega_z}{A_{\max}}}.$$

Тази комплексна стойност на членото m е подбрана така, че функцията (4) да има формата на решението на уравнението до движение на атмосферата при класическа сложност, когато за този кофициент се взема константна стойност. И действително проекционните на функция (4) върху реалната и магнитната оси са:

$$Aa = A_{\max} (1 - ke^{-az} \cos az)$$

$$A\bar{a} = A_{\max} \cdot k \cdot e^{-az} \sin az,$$

а големината и посоката са:

$$Aa = A_{\max} \sqrt{1 - 2ke^{-az} \cos az + k^2 e^{-2az}}$$

$$A\bar{a} = \frac{Aa}{\sqrt{1 - 2ke^{-az} \cos az}} \cdot \frac{ke^{-az} \sin az}{1 - k^2 e^{-2az} \cos az}.$$

При така изменение модел за кофициентите на вертикалната турбулентна облака и направление опроставши предпоставки некои решенията за движение на атмосфера (2). Те приемат следни вида:

$$(5) \quad -2\omega_z v + \frac{A_{\max}}{q} \frac{d}{dz} \left[(1 - ke^{-z}) \frac{dv}{dz} \right] = 0$$

$$-2\omega_z u + \frac{A_{\max}}{q} \frac{d}{dz} \left[(1 - ke^{-z}) \frac{du}{dz} \right] = 0$$

Границите условия, при които ще решим тази система диференциални уравнения, са следните:

1. На земята скоростта на вятъра трябва да бъде равна на нула, т. е. при $z=0$ и $u=v=0$.

2. На големи височини вятърът трябва да става геострофен, т. е. при $z \rightarrow \infty$ то $u=u_g$, $v=0$.

Интегрирането на тази система с две неизвестни може да се сведе към интегрирането на едно уравнение с едно неизвестно, но вече комплексно.

Умножавайки второто диференциално уравнение от (5) с имагинерната единица i : $i - \bar{i}$ и го събирам с пръвто, ще получим

$$(6) \quad A_{\max} \cdot \frac{d}{dz} \left[(1 - ke^{-z}) \frac{dw}{dz} \right] - 2\omega_z i w = \frac{i}{q} \frac{dp}{dy},$$

където $w=u+i v$.

Уравнението (6) преработваме, за да добие форма за интегриране. Възьмем следните изрази: $a^2 = \frac{2\omega_z q}{A_{\max}}$, $u_g = -\frac{1}{2\omega_z q}$, $\bar{p} = \frac{dp}{dy}$ и обозначенията w и w' за пръвта и втората производни на неизвестната комплексна функция. Тогава уравнението (6) приема вида

$$(7) \quad (1 - ke^{-z}) w'' + kae^{-z} w' - a^2 w = -a^2 u_g.$$

Получихме едно обикновено диференциално уравнение от втори ред с променливи кофициенти, които представлява експоненциални функции на неизпомената променлива z . Това уравнение не принадлежи към известен тип решими диференциални уравнения. Също така не е известна субституция, която ще могла да го прведе към никак решено диференциално уравнение от втори ред.

Както е известно общото решение на уравнения от подобен тип се дава със сумата на един частен интеграл и общото решение на съответното хомогенно диференциално уравнение.

Лесно може да се види, че уравнението (7) допуска частен интеграл Π действително изразът $w = u_g$ удовлетворява уравнението. Следователно, геострофният вятър представлява частно решение на нашето уравнение. Както ще покажем субституцията $w = u + iv$ уравнението (7) се превръща в хомогенно:

$$(8) \quad (1 - ke^{-z}) y'' + kae^{-z} y' - a^2 y = 0.$$

Бързо пренесете на листа с използване при преносено изображение

По-нататък установяваме, че това хомогенно диференциално уравнение принадлежи следното частно решение: $y = e^{az}$. Тогава, искаме се промъжжи субституцията $y = te^{az}$, то ще добие следния вид:

$$(9) \quad (e^{az} - k)t'' + a(2e^{az} - k)t' = 0.$$

Нека положим $t' = a$ и заместим в горното уравнение, то ще получим ново уравнение, което лесно може да се интегрира:

$$(10) \quad (e^{az} - k)t'' + a(2e^{az} - k)a = 0.$$

Решението на това уравнение има следни вида:

$$t = c_1 \frac{e^{-az}}{1 - ke^{-az}}$$

Където c_1 е интегриращията константа. Като се върнем към функцията t в уравнението (9) и интегрираме още веднаж по t ще получим следното решение:

$$(11) \quad t = c_1 \left[\frac{e^{-az}}{ak} + \frac{1}{ak^2} \ln(1 - ke^{-az}) \right] + c_2$$

c_2 е втората интегриращия константа. Сега сме в състояние да напишем общото решение на диференциалното уравнение (7):

$$(12) \quad w = u_g + \frac{c_1}{ak} \left[1 + \frac{e^{az}}{k} \ln(1 - ke^{-az}) \right] + c_2 e^{az}.$$

Интегриращите константи c_1 , c_2 се определят от граничните условия. Тъй като при ограничени нарастващи на z , т. е. когато $z \rightarrow \infty$, то скоростта на вятъра е необходимо да остане крайна, следователно, втората константа трябва да бъде равна на нула $c_2 = 0$. Удовлетворяваният първото гранично условие, че при земната повърхност $z = 0$ искориста трябва да бъде равна на нула получаваме

$$u_g = -\frac{c_1}{ak} \left[1 + \frac{1}{k} \ln(1 - k) \right].$$

откъдето определяме първата константа c_1

$$c_1 = -\frac{u_g a k^2}{k + \ln(1 - k)}.$$

Тогава крайният израз на решението на диференциалното уравнение (7) ще бъде:

$$(13) \quad w = u_g \left[1 - \frac{1}{k + \ln(1 - k)} \left[k + e^{az} \ln(1 - ke^{-az}) \right] \right].$$

Както се вижда, изразът за скоростта на вятъра е комплексно число. Разделението на реалната и имагинерната части правим, като вземаме предвид следните равенства:

ката с височина $z = 800$ м, при която скоростта на вътъра по земната става равен на геострофния. Над тази точка скоростта нараства незначително. Съществено тук е, че не се явява „чупка”, а скоростта плавно продължава да расте. Нарастването е най-голямо при третата криза, т. е. когато числото ϵ има най-голяма стойност.

За сравнение на фигура 2 даваме теоретично изчислена крива — k , и наблюдаваната крива на разпределението на скоростта на вътъра във височина. Емпиричната крива е начертана в резултата на обработването на 5-годишни наблюдения [7] проведени в Г. Оряховица. На фиг. 3 същата теоретична крива съпоставяме с получена от обработката на 21-годишни наблюдения в Божурнище [7]. Както се вижда съпадението на двете криви — теоретична и емпирична и в двете случаи е много добро.

Настоящото решение на проблема, както се вижда от числите резултати и направлените сравнения, се оказва по-правдомодно от известните решения, цитирани в настоящата работа.

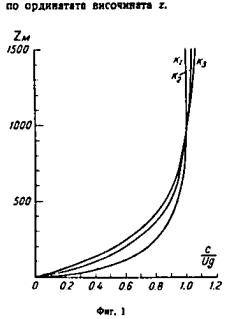
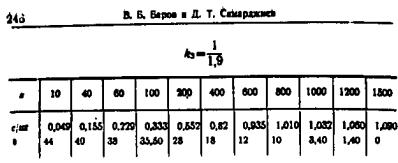
Надяваме се, че настоящите резултати ще могат да намерят приложение в редица практически задачи.

Представена на
25. VI. 1954 г.

Физически институт
при Българската академия на науките

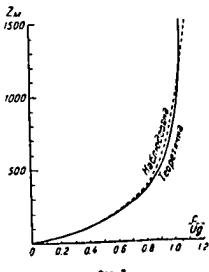
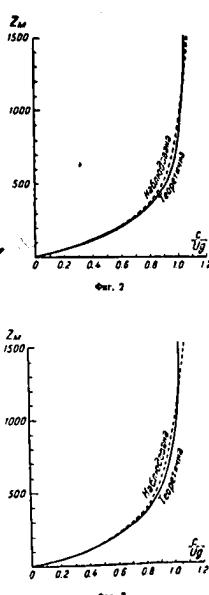
ЛИТЕРАТУРА

1. W. Ekman, Arkiv for mat., astron., lys. 2, N 11, 1905.
2. F. Akerblom, Nova acta Reg. Soc. sc. Upsala, 1908.
3. F. M. Exner, Annalen der Hydrographie und maritime Meteorologie 40, 226, 1912.
4. Th. Heselberg und H. U. Sverdrup, Veröffentlichungen des Geophysikalischen Instituts, Leipzig (2), 1, 241, 1915.
5. М. И. Юдин и М. Е. Швец, Стационарная модель разпределения ветра в турбулентной атмосфере. Труды ГГО, вып. 31, 1940.
6. В. А. Белинский, Динамическая метеорология, 1948.
7. В. Б. Баров, Пренос на въздушните маси над България, 1953.
[1], [2], [3], [4] са цитират по Г. Кошмидер, Динамическая метеорология. ГОНТИ Москва, 1938.



Вижда се, че с нарастването на височината скоростта на вятъра също расте. При височина около $Z = 800$ м се дадена стойността на геострофния вятър. Тъй като на отклонение от избраните обаче има съществува при тази височина. Той се вижда на височина значително по-голяма от това ниво. Характерен е ходът на отделните криви. Кривата, която се получава при най-малката стойност на числата ϵ , съществено се различава от кривата при най-голямата стойност на това числo. Така например при най-малката стойност на ϵ скоростта на вятъра при височина около 200 м е много наристи, покато при другите стойности тя е много по-бавна. Интересно за забележава се, че трите криви се пресичат в една точка. Това е този

Бързо променяне на вятъра с максимум при временни конфигурации 347



$$\begin{aligned} g^{2m} &= g^{2m} (\cos \alpha \pm i \sin \alpha) \\ \ln(1 - k e^{-\alpha}) &= \ln |\sqrt{1 - 2k e^{-\alpha} \cos \alpha + k^2 e^{-2\alpha}}| + i \arctg \frac{k e^{-\alpha} \sin \alpha}{1 - k e^{-\alpha} \cos \alpha} \\ \text{Сама идентична елементарна преобразуване на компонентите на скоростта за вътъра се получават следните резултати като:} \\ u &= u_e \left(\frac{1}{k + \ln(1 - k)} [k + e^{-\alpha} \cos \alpha] \sqrt{1 - 2k e^{-\alpha} \cos \alpha + k^2 e^{-2\alpha}} - \right. \\ &\quad \left. - e^{-\alpha} \sin \alpha \arctg \frac{k e^{-\alpha} \sin \alpha}{1 - k e^{-\alpha} \cos \alpha} \right) \\ (14) \quad v &= -u_e \frac{e^{-\alpha}}{k + \ln(1 - k)} \left(\sin \alpha \ln |\sqrt{1 - 2k e^{-\alpha} \cos \alpha + k^2 e^{-2\alpha}}| + \right. \\ &\quad \left. + \cos \alpha \arctg \frac{k e^{-\alpha} \sin \alpha}{1 - k e^{-\alpha} \cos \alpha} \right). \end{aligned}$$

И така въпросът за изменението на скоростта и посоката на вътъра като функция от височината при предположение, че кофициентът на вертикалната турбулентна облока се изменя по закона, дескриптиран от Б. И. Иззеков, е решен. Както се вижда изразите на компонентите на скоростта се оказват сложни. При все това обаче не е трудно да се направят известни заключения.

Нека се допусне да се провери, че при извршване на α , скоростта на вътъра съществува и се приближава като тази на геострофния вътър. Тогава можем да покажем на вътъра и изоброят с височината намалева и при известна височина става равен на нула. Най-малката височина, при която този вътър е равен на нула, може да се измери от формулата: $\alpha = \pi$, откъде

$$(15) \quad H = \frac{1}{a} \ln \sqrt{\frac{A_{\max}}{000}}.$$

Тази формула е подобна на формулата при класическото решение на проблема. Разликата се заключава в това, че напомня случаите при които се приема максималната стойност за кофициента на вертикалната турбулентна облока. За да дадем място като се вземе най-големия опитен измерен кофициент може да се измери горната граница на височината на тринепето.

Скоростта на вътъра на височината на тринепето е очевидно:

$$(16) \quad C_H = u_e \left(\frac{1}{k + \ln(1 - k)} [k - e^{-\alpha} \ln(1 + k e^{-\alpha})] \right).$$

От формулата се вижда, че скоростта на вътъра на височината на тринепето е по-голямо от тази на геострофния, която показва, че изравнението на тези скорости става на високо, лежашо по-ниско от това, което ни дава формула (16).

На земните кораби се провежда изследование във височина H . Тъй като между височината на земята и височината на вътъра съществува пропорционална зависимост, то земната височина се определя от височината на вътъра и кофициента B . Известно е, че вертикалната турбулентна облока е пропорционална на височината, която изразява, че подобряни редици са получени при космическия режим.

С полученото решение направление членами пренесени за

скоростта и отклонението на вътъра от геострофния. За конкретното, което фигурира в решението (14), даваме следните стойности:

$$a = 10^{-3} \frac{r^2}{cm^4}, \quad \omega = 7,292 \cdot 10^{-5} \text{ sec}^{-1}, \quad \varphi = 45^\circ, \quad A_{\max} = 150 \frac{r^2}{cm \cdot sec}.$$

Тай като във формулите фигурира и числата с изпълнението иъзведеване от нас константа A , то необходимо е да се дадат известни числови стойности. Както виждаме, възниква от това да еднакви без да взема тези стойности. При извршване на пресмятане все даваме три стойности на това число: $\epsilon_1 = 0.1$, $\epsilon_2 = 0.5$, $\epsilon_3 = 0.9$. Оттук посредством възможна $A = \frac{1}{1+\epsilon}$ за новозададената константа A получаваме следните стойности:

$$A_1 = \frac{1}{1.1}, \quad A_2 = \frac{1}{1.5}, \quad A_3 = \frac{1}{1.9}.$$

По тъкъв начин получаваме три различни криви за съответните стойности на A . Резултатите от пресмятането са дадени в следната таблица:

$$A_1 = \frac{1}{1.1}$$

x	10	40	60	100	200	400	600	800	1000	1200	1500
a/α	0.134	0.372	0.45	0.607	0.774	0.923	0.978	1.004	1.017	1.022	1.027
θ	38	22	25.25	20	13.2	8	5.40	8	7	1	0.68

$$A_2 = \frac{1}{1.5}$$

x	10	40	60	100	200	400	600	800	1000	1200	1500
a/α	0.054	0.192	0.290	0.369	0.512	0.682	0.869	1.008	1.025	1.046	1.068
θ	41.20	38.20	32	31	24	16	10.45	8	7	2	0

Sanitized Copy Approved for Release 2010/02/17 : CIA-RDP80T00246A032300970001-6

**ВЪРХУ ПРОМЕННИТЕ НА ВЯТЪРА С ВИСОЧИННАТА ПРИ ПРОМЕНИ
КОЕФИЦИЕНТ НА ВЕРТИКАЛНА ТУРБУЛЕНТНА ОБМЯНА ПО МОДЕЛА
НА Б. И. ИЗВЕКОВ**

от В. Б. Баров и Д. Т. Самарджиев

Разпределението на вятъра във височина е подхвърлено на влиянието на редица фактори. По-съществено от тях са турбулентния обмян, тренето по земната повърхност, отклонявашата сила на земното въртеене. Влянието, което оказва турбулентността, се характеризира с кофициента на вертикалната турбулентна обмяна. В редица разглеждана на тези въпроси [1] [2] [3] [4] за този кофициент се взема константна стойност. По-късни изследвания по същия въпрос показват, че кофициентът на вертикалната турбулентна обмяна силно се изменя с височината. Други автори [5] решават въпроса за изменението на скоростта и посоката на вятъра с височината при подобрен кофициент на обмяна; до дадена височина той расте линейно, след което остава постоянен. Такъ дефинираният модел за кофициента на вертикалната турбулентна обмяна до известна степен се приближава до действителния. Обаче въпросът се споменда към решаване на двусловна задача, която не е достатъчно точно. Освен това моделът води до доста сложни пресмятания с помощта на Беселеви и Ноиманови функции.

Точното и просто решение на този въпрос, както показваха някои изследвания, се намира в тясна връзка със задачите на аеродинамиката.

Като вий-блзък до действителния кофициент на вертикалната турбулентна обмяна считаме модела предложен от Б. И. Извеков [6]. Досега не са ни известни работи, които да използват този модел.

Моделът за вертикалната турбулентна обмяна, предложен от Извеков, се дефинира така: кофициентът на вертикалната турбулентна обмяна в атмосферата нараства с височината, като се приближава асимптотично към една постоянна величина

$$(1) \quad A = A_{\infty} (1 + \epsilon - e^{-mt}),$$

в която A_{∞} е вътрешното молекулно трение; ϵ — положително число, което варира в интервала от nulla до единица; m — представлява никакво положително число, за да е изпълнено условието израза за A в (1) да бъде растящ.

Sanitized Copy Approved for Release 2010/02/17 : CIA-RDP80T00246A032300970001-6

Page Denied

25X1

Sanitized Copy Approved for Release 2010/02/17 : CIA-RDP80T00246A032300970001-6